

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, organismo financiador del proyecto CDTI -IDI-20090572 y a Alfonso Carballal, por su colaboración en el tratamiento estadístico de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ RODRÍGUEZ E., MONTERROSO MARTÍNEZ C. Y FERNÁNDEZ MARCOS M.L. (2000) Fraccionamiento de aluminio en suelos de Galicia bajo distintas especies forestales. *Edafología*, **7**(3), 185-195

ARC (1980) *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Reino Unido: Commonwealth Agric. Bureaux,

ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ A., CARBALLAL SAMALEA A., SOLDADO CABEZUELO A., DE LA ROZA DELGADO B., MARTÍNEZ FERNÁNDEZ A., DEL VALLE MEANA J.D. Y ALPERI PALACIO, J. (2011) *Variedades De maíz. Actualización año 2010*. Villaviciosa, España: Ediciones SERIDA- Serie Informes Técnicos.

LAZCANO FERRAT I. (2000) Cal agrícola: conceptos básicos para la producción de cultivos. *Informaciones agronómicas*, **4**, 4-6.

MARTÍNEZ-BALLESTA M.C., DOMINGUEZ-PERLES R., MORENO D.A., MURIES B., ALCA-RAZ-LÓPEZ C., BASTÍAS E., GARCÍA-VIGUERA C. Y CARVAJAL M. (2010) Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. *A review. Agronomy for Sustainable Development*, **30**, 295-309.

SAS. (1999) SAS (Statistical Analysis System) Institute, SAS/STAT<sup>TM</sup>. *User's guide*. North Caroline, USA: SAS Institute, Inc. 10. Carry

WELCH R.M. (2002) The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. *Plant and Soil*, **247**, 83-90.

Evolución de las propiedades químicas del suelo y producción de una pradera fertilizada con purín de vacuno mezclado con concha de mejillón

Evolution of soil properties and production of a sown meadow after addition of cattle slurry plus mussel shell

M.D. BÁEZ BERNAL / J.F. CASTRO INSUA / A. LOURO LÓPEZ / J. VALLADARES ALONSO  
Dpto. de Pastos y Cultivos. CIAM-INGACAL. Apdo. 10, 15080, A Coruña (España)  
[dolores.baez.bernal@xunta.es](mailto:dolores.baez.bernal@xunta.es)

**Resumen:** El objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos de la aplicación de purín de vacuno (PV) y PV mezclado con diferentes dosis de concha de mejillón (CM) sobre las propiedades químicas del suelo; así como en la producción y calidad forrajera de una pradera. Respecto a las parcelas que no fueron tratadas (control) la aplicación de PV mantuvo el pH del suelo pero disminuyó el porcentaje de saturación por acidez en el complejo de cambio. La incorporación de CM con el purín mejoró algunos parámetros de fertilidad del suelo: incrementó la concentración de Ca en el complejo de cambio, la capacidad de intercambio catiónica efectiva, disminuyó la saturación por acidez e incrementó el pH del suelo hasta niveles más apropiados para el desarrollo del cultivo, manteniendo la producción y calidad de forraje. Así mismo, benefició la persistencia del trébol en la pradera respecto a la aplicación de purín de vacuno sin concha. A la vista de los resultados, es recomendable la utilización de este producto en las explotaciones ganaderas, hecho que permitiría reducir costes derivados de la adquisición de otros productos encalantes.

**Palabras clave:** fertilidad del suelo, pH, cationes de cambio, trébol.

**Abstract:** The aim of the present study was to determine the effects of cattle slurry (CS) application and CS mixed with mussel shell on soil chemical properties and also in the production and quality of a sown meadow. pH values in CS plots were similar to those found in not-treated soil while the concentration of Al in the soil cation exchangeable complex decreased. The addition of mussel shell to CS improved some of the soil fertility parameters: increased the concentration of exchangeable Ca, increased effective cation exchange capacity and decreased Al saturation. The pH values were significant higher in plots treated with mussel shell than that of CS treated soil without shell. The total production of pasture and forage quality were similar in all treated plots (CS and CS mixed with mussel shell treatments). The percentage of legume in the pasture was slight increased by the addition of mussel shell to CS. We concluded that the use of mussel shell can be recommended as livestock litter in farms and would provide an alternative to the use of lime reducing costs.

**Key words:** soil fertility, pH values, exchangeable cations, clover.

INTRODUCCIÓN

Galicia constituye una de las principales zonas mejilloneras del mundo, actividad que produce un gran beneficio económico pero que también genera gran cantidad de residuos en forma de concha. Tradicionalmente, en fincas cercanas al mar se han venido utilizando como abono productos como algas, restos de mariscos y conchas de moluscos. La concha de mejillón (CM) aplicada al suelo puede corregir su acidez debido a la cantidad de carbonato cálcico presente en su composición, entre el 95%-99%; pero además, posee una fracción orgánica, entre el 1%-5% y otros nutrientes como nitrógeno, fósforo, azufre, magnesio y potasio que pueden mejorar su fertilidad.

Por otra parte, la concha triturada o molida y calcinada proporciona un ambiente alcalino capaz de disminuir la presencia de patógenos, de ahí la posibilidad de utilizarla en solitario o combinada con otros materiales como serrín o biomasa forestal en cubículos de las explotaciones ganaderas (Corrales *et al.*, 2000). Hoy en día su uso está bastante extendido y constituye una alternativa más barata a la incorporación de otros productos como cal en la cama de los animales. En estos casos, la fosa de purín recoge normalmente los productos de desecho procedentes del establo por lo que la CM puede provocar una alteración de las propiedades químicas del mismo y, en consecuencia, tras su aplicación al suelo.

En el trabajo se exponen los resultados obtenidos en dos años de aportes continuados de purín de vacuno mezclado con CM pulverizada sobre una pradera, y se determinan los efectos que puede tener en las propiedades químicas del suelo como el pH, cationes de cambio, elementos asimilables y en la producción y calidad del forraje.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la primavera del 2010 se seleccionó una parcela experimental en la finca del CIAM (Mabegondo, A Coruña, zona costera atlántica de Galicia a 97 m de altitud, latitud 43° N, longitud: 8°O) donde había sido establecida (> 5 años) una pradera mezcla de raigrás inglés (*Lolium perenne* Lam.), trébol violeta (*Trifolium pratense* Lam.) y trébol blanco (*Trifolium repens* Lam.). Los tratamientos ensayados fueron aplicaciones de purín de vacuno (PV) en la primavera y otoño, sólo y mezclado con CM a dosis crecientes de 500 kg/ha, 1000 kg/ha y 1500 kg/ha. Se estudió también un tratamiento control (C) sin aporte de fertilizantes para examinar la evolución natural del suelo y de la pradera. El diseño experimental fue en bloques al azar con 3 repeticiones y un tamaño de parcela elemental de 12 m x 6 m.

Se llevaron a cabo cinco aplicaciones de purín, dos en el primer año de ensayo (1/06/2010 y 5/10/2010) y tres en el segundo (5/04/2011, 25/05/2011 y 13/10/2011), en total las parcelas recibieron 42 m³/ha y 74 m³/ha, de PV sólo y con las mezclas antes mencionadas, primer y segundo año respectivamente. En cada aplicación los purines eran inyectados en el terreno utilizando una cisterna con discos que realizaban cortes verticales en el suelo de 3cm-6 cm de profundidad y 15 cm entre filas donde quedaba depositado el purín. La composición química media de los purines (sin CM) utilizados en el ensayo fue de pH: 8,38; materia seca (MS): 8,9%; materia orgánica (MO): 80,1%; N: 36,9 g/kg de MS; P: 5,8 g/kg de MS; K: 38,9 g/kg de MS; Ca: 23,3 g/kg de MS; Mg: 6,1 g/kg de MS y Na: 7,0 g/kg de MS. La CM utilizada en el experimento había seguido un proceso de transformación con varias etapas: lavado con agua dulce para eliminar el cloruro sódico, tratamiento térmico a temperaturas superiores a 500 °C para reducir la humedad y la materia orgánica residual, y finalmente, había sido molida a un tamaño de partícula inferior a 63 µm. En la tabla 1 se muestran algunas de las propiedades químicas del producto.

Tabla 1. Propiedades químicas de la concha de mejillón.

Parámetro	Unidad	Resultado
Materia seca a 105°C (MS)	% producto bruto	94,3
pH	Agua (1:25)	8,9
Materia orgánica	% MS	12,6
C total	% MS	14,0
N total	% MS	<1
CaCO <sub>3</sub>	% MS	89,5
CaO	% MS	52,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% MS	0,2
MgO	% MS	0,3
K <sub>2</sub> O	% MS	<0,1

Al comienzo del ensayo, para conocer la fertilidad inicial en el lugar, se tomó una muestra por bloque de suelo en la capa superficial de 0-10 cm. A lo largo de los dos años fue muestreada la misma capa de suelo en fechas previas a las fertilizaciones, y/o coincidiendo con los cortes de forraje. En cada fecha se determinó: el pH en una suspensión 1:2,5 (v/v, suelo:agua) y los cationes en el complejo de cambio utilizando una solución de Cl<sub>2</sub>Ba 0,6 N (Mehlich, 1976). En esta solución la acidez de cambio (AC) correspondiente al H<sup>+</sup> y Al<sup>+3</sup> presentes se determinaron mediante titulación con NaOH 0,01 N (Mosquera y Mombiela, 1986) y el Ca Mg, K y Na por absorción atómica. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) viene dada por la suma de la AC y cationes de cambio (Ca Mg, K y Na). También se determinaron el P (Olsen) y K (extraído con una solución de nitrato amónico 1 N) asimilables. El análisis inicial del suelo presentó una textura franco limosa con un contenido en C de 34,1 g/kg de MS, de N de 3,11 g/kg de MS y una relación C/N de 11.

Se simularon dos cortes de forraje en el primer año (2/07/2010 y 22/09/2010) y dos en el segundo (13/05/2011 y 5/07/2011). Para determinar la producción de biomasa se registró el peso en verde de dos bandas de 0,9 m x 7 m. De cada una de ellas se recogieron sub-muestras de planta donde se llevó a cabo la separación de gramíneas, leguminosas y otras especies y se determinó la materia seca (MS) mediante secado en estufa de aire forzado (80 °C durante 16 h). En cada muestra fue analizado el contenido en materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), y otros parámetros relacionados con la calidad del forraje como fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), el contenido de carbohidratos solubles en agua (CSA) y digestibilidad de la MO (DMO in vivo) utilizando ecuaciones desarrolladas por la técnica de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS).

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante análisis de la varianza (GLM) utilizando el paquete estadístico SPSS versión 15.0 y para la separación de medias se utilizó el test de Duncan utilizando un nivel de significación *p*<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades químicas del suelo

En la tabla 2 se muestra la evolución de las propiedades químicas del suelo. En las parcelas control se observó una disminución del pH de 5,46 a 5,36 unidades lo que corrobora el hecho de que en suelos ácidos es preciso realizar encalados periódicos que compensen la acidificación que experimentan con el paso del tiempo. Contrario a lo observado en trabajos anteriores de mayor duración (Báez *et al.*, 2011), aplicaciones sucesivas de PV en las mismas parcelas no provocaron un incremento en el pH, obteniéndose para este parámetro valores semejantes a los obtenidos en las parcelas control. No obstante, se pudo apreciar en el transcurso del experimento una cierta disminución de la acidez de cambio y por tanto en la saturación por acidez, lo que hace pensar que a más largo plazo se podría observar también un incremento en el pH.

El efecto de la concha de mejillón en suelo se observó rápidamente, y en 5 meses tras la primera aplicación (23/09/2010) se hallaron incrementos en el pH y un descenso importante en el porcentaje de saturación de Al<sup>+3</sup>, más acusado en el tratamiento donde el PV se aplicó con mayor cantidad de concha (PV+1,5 t/ha). A medida que se realizaron nuevos aportes de purín con el producto la AC, que prácticamente es debida al aluminio de cambio a estos valores de pH, fue descendiendo hasta obtener valores mínimos de 0,04 meq/100 ml de suelo. Parece que con estas concentraciones de Al<sup>+3</sup> en el complejo de cambio los valores de pH son ≥ a 6,0.

La aplicación de PV incrementó ligeramente la CICE con el paso del tiempo, debido principalmente a un incremento en la concentración de Ca<sup>+2</sup> en el complejo de cambio. La incorporación de CM con el PV aumentó significativamente el Ca<sup>+2</sup> llegando a alcanzar valores cercanos a 6 meq/100 ml en el tratamiento PV+1,5 t/ha. Las relaciones Ca/Mg se mantuvieron bajas en los tratamientos C y PV mientras que la adición de concha las incrementó progresivamente hasta valores de 12 en el muestreo de mayo en el segundo año de aplicación. Como es descrito en otros trabajos (Takahashi *et al.*, 2006; Fernández-Sanjurjo *et al.*, 2010) los iones Ca<sup>2+</sup> aportados con la concha pueden reemplazar las posiciones ocupadas por los grupos hidroxil-alumínicos del complejo de cambio y además, un incremento en el pH del suelo puede inducir la precipitación del Al<sup>+3</sup> de cambio en formas inorgánicas que no son extraídas con el BaCl<sub>2</sub>.

Con el paso del tiempo la concentración de K<sup>+</sup> en el complejo de cambio se mantuvo y los valores de K asimilable se mantuvieron en el rango de valores medios de fertilidad (121 mg/L-240 mg/L) lo que indica que la pradera no fue sobre-fertilizada. En una primera fase se observó una disminución del K<sup>+</sup> en los tratamientos con CM, efecto que tendió a desaparecer hacia el final del experimento. Las relaciones K/Mg (tabla 2) halladas se encuentran en el rango óptimo de 0,06-1,0 (Wolf, 1982), pero son menores en los tratamientos de PV con CM respecto a los valores observados en PV lo que indica que hubo mayor extracción de K<sup>+</sup> en los tratamientos que recibieron la CM lo que se tradujo también en una ligera disminución del K asimilable (extracción con nitrato amónico) del suelo.

Tabla 2. Evolución de las propiedades químicas del suelo (0-10 cm) tras el aporte de purín de vacuno sólo y mezclado con concha de mejillón.

Fecha	Trat	pH	Complejo de cambio							Elementos asimilables		Relaciones	
			AC	Ca	Mg	Na	K	CICe	SA	P	K	Ca/Mg	K/Mg
			meq/100ml						%	mg/L			
27/04/2010		5,46	0,86	1,28	0,24	0,2	0,08	2,66	32	17	63	5,3	0,3
23/09/2010	C	5,42bc	0,98a	2,32	0,37	0,06b	0,11	3,85	26a	20	81	6,2	0,3
	PV	5,36c	0,90ab	2,3	0,38	0,09ab	0,23	3,9	23a	27	154	6	0,6
	PV+0,5	5,48abc	0,71abc	3,49	0,48	0,11a	0,22	5,01	15b	26	156	7,2	0,4
	PV+1	5,50ab	0,63bc	3,15	0,45	0,11a	0,18	4,53	15b	24	141	7	0,4
	PV+1,5	5,59a	0,48c	3,5	0,43	0,11a	0,19	4,71	11b	22	147	8,1	0,4
	Media	5,48	0,68	3,11	0,44	0,11a	0,20	4,54	16	25	149	7,1	0,4
	<sup>2</sup> Sig	*	*	ns	ns	*	ns	ns	**	ns	ns		
3/12/2010	C	5,46c	0,97a	1,66bc	0,32	0,20	0,13b	3,29b	30a	18	102b	5,2	0,4
	PV	5,46c	0,96a	1,56c	0,37	0,20	0,23a	3,33b	29a	21	173a	4,2	0,6
	PV+0,5	5,77b	0,41b	3,38a	0,42	0,21	0,15b	4,56a	9b	19	125b	8,1	0,4
	PV+1	5,72b	0,48b	2,42b	0,33	0,21	0,14b	3,58b	13b	14	128b	7,3	0,4
	PV+1,5	5,87a	0,33b	3,53a	0,39	0,22	0,13b	4,61a	8b	15	115b	9	0,3
	Media	5,71	0,55	2,72	0,38	0,21	0,16	4,02	15	17	135	7,2	0,4
	Sig	***	***	**	ns	ns	**	*	**	ns	**		
18/05/2011	C	5,36c	1,67a	1,94c	0,35	0,06	0,12b	4,14c	41a	19	83bc	5,5	0,3
	PV	5,45c	1,35a	2,19c	0,47	0,06	0,20a	4,27c	32a	27	145a	4,7	0,4
	PV+0,5	5,82b	0,62b	3,79b	0,39	0,07	0,08b	4,95bc	12b	17	73bc	9,7	0,2
	PV+1	5,99a	0,26b	5,04a	0,42	0,08	0,08b	5,87b	5b	17	79bc	12	0,2
	PV+1,5	6,15a	0,19b	6,08a	0,48	0,10	0,12b	6,97a	3b	20	119ab	12,7	0,3
	Media	5,85	0,61	4,27	0,44	0,08	0,12	5,52	13	20	104	9,7	0,3
	Sig	***	***	***	ns	ns	**	*	***	ns	*		
7/07/2011	C	5,45c	0,92a	2,09b	0,41	0,09	0,11	3,61c	26a	17	83	5,1	0,3
	PV	5,40c	0,95a	2,22b	0,55	0,11	0,21	4,03bc	24a	25	154	4	0,4
	PV+0,5	5,97ab	0,10b	5,78a	0,57	0,13	0,16	6,75a	2b	19	134	10,1	0,3
	PV+1	5,88b	0,16b	4,82a	0,48	0,12	0,14	5,72ab	3b	16	131	10,1	0,3
	PV+1,5	6,05a	0,06b	6,26a	0,56	0,13	0,16	7,17a	1b	16	157	11,2	0,3
	Media	5,83	0,32	4,77	0,54	0,12	0,17	5,92	7	19	144	8,9	0,3
	Sig	***	***	**	ns	ns	ns	*	***	ns	ns		
14/09/2011	C	5,38b	0,92a	1,78b	0,40	0,10	0,13	3,33b	28a	20	106	4,5	0,3
	PV	5,38b	0,75b	1,72b	0,47	0,11	0,26	3,31b	23a	26	203	3,6	0,6
	PV+0,5	5,96a	0,15c	4,63a	0,51	0,13	0,17	5,59a	3b	19	159	9,1	0,3
	PV+1	6,07a	0,04c	5,52a	0,50	0,18	0,21	6,45a	1b	19	170	11,1	0,4
	PV+1,5	6,11a	0,06c	5,70a	0,52	0,17	0,20	6,66a	1b	19	175	10,9	0,4
	Media	5,88	0,25	4,39	0,50	0,15	0,21	5,50	7	21	177	8,8	0,4
	Sig	***	***	**	ns	ns	ns	*	***	ns	ns		

<sup>1</sup>Trat: C: Control, PV: Purín Vacuno, PV+0,5: PV+0,5 t/ha de concha de mejillón (CM), PV+1: PV+1 t/ha de CM, PV+1,5: PV+1,5 t/ha de CM. <sup>2</sup>Sig.:\*\*\* (p<0,001); \*\* (p<0,01); \* (p<0,05); ns, no sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a p<0,05 test de Duncan.

AC: Acidez de cambio; CICE: Capacidad de intercambio catiónica efectiva; SA: Saturación por acidez.

Cultivo

Durante el primer año se observaron producciones de MS semejantes para los tratamientos de PV solo y mezclado con concha (tabla 3). En el primer corte de primavera del segundo año pueden apreciarse ligeros incrementos productivos (no significativos) en los tratamientos con mayores dosis de CM. En este segundo año la sequía acontecida a partir del mes de mayo limitó enormemente la producción durante los meses de verano y otoño.

Tabla 3. Producción de biomasa, separación de especies en gramíneas (Gram), leguminosas (Leg) y otras especies (OtrEsp), y composición química de la pradera.

		<sup>1</sup> Trat	Biomasa		Composición botánica,%			Composición química, %MS					
			% MS	Kg MS/ha	Gram	Leg	OtrEsp	MO	PB	FND	FAD	CSA	DMO <i>in vivo</i>
Inicial			17,40	1583	57	11	32	91,57	14,44	51,97	29,03	13,30	63,82
2/07/2010	C	17,98	3874	59	12	29	93,71	8,89	63,14	37,12	11,60	58,98	
	PV	17,42	4577	66	5	29	93,14	9,23	62,87	36,94	11,87	59,16	
	PV+0,5	17,41	4543	76	8	16	93,41	9,20	63,70	36,32	12,27	60,13	
	PV+1	16,97	4342	63	5	32	93,44	9,26	62,03	35,96	12,17	59,90	
	PV+1,5	17,49	4365	66	7	27	93,21	9,13	63,29	36,69	11,57	60,10	
	Media	17,00	4339	66	7	27	93,38	9,14	63,01	36,61	11,89	59,65	
	<sup>2</sup> Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
22/11/2010	C	12,85a	645b	35	18	47	88,61	18,13	40,63	25,81	12,22	69,72b	
	PV	10,93c	1409a	59	8	33	88,75	20,10	41,30	24,30	12,07	72,51a	
	PV+0,5	11,34bc	1253a	50	9	42	88,37	19,38	41,50	25,05	11,89	72,60a	
	PV+1	11,77b	1139a	48	9	43	87,96	19,43	41,10	24,86	11,96	72,28a	
	PV+1,5	11,56bc	1324a	46	11	42	87,18	19,92	39,55	25,28	11,51	72,80a	
	Media	12	1154	48	11	41	88,17	19,39	40,81	25,06	11,93	71,98a	
	Sig	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	
13/05/2011	C	22	2634b	47b	18a	35	93,00	9,63	50,37b	30,38c	19,03	66,50b	
	PV	21	4572a	82a	1b	17	93,11	7,95	54,90a	32,06ab	20,64	67,98ab	
	PV+0,5	22	4431a	79a	3b	17	93,11	7,56	54,50a	31,58b	21,81	67,59a	
	PV+1	21	4802a	76a	5b	19	92,92	8,56	53,70a	31,47b	20,16	68,48a	
	PV+1,5	21	4965a	80a	4b	17	92,96	7,82	55,82a	32,80a	20,07	67,81a	
	Media	22	4281	73	6	21	93,02	8,30	53,80	31,66	20,34	67,67	
	Sig	ns	***	**	*	ns	ns	ns	*	**	ns	*	
5/07/2011	C	29	824	25b	16a	58	95,24	7,55	57,73	37,10a	12,74	54,91b	
	PV	31	1220	67a	2b	32	95,11	7,32	62,04	35,41b	15,17	58,04a	
	PV+0,5	33	1221	54a	7b	39	95,27	7,49	60,83	35,01b	15,35	58,91a	
	PV+1	33	1199	59a	5b	36	95,21	7,34	61,97	35,05b	14,92	58,33a	
	PV+1,5	33	1166	62a	10ab	28	95,12	8,03	60,69	34,21b	15,25	59,19a	
	Media	31,8	1126	53	8	38,61	95,19	7,55	60,7	35,36	14,68	57,87	
	Sig	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	

<sup>1</sup>Trat: C: Control, PV: Purín Vacuno, PV+0,5: PV+0,5 t/ha de concha de mejillón (CM), PV+1: PV+1 t/ha de CM, PV+1,5: PV+1,5 t/ha de CM. <sup>2</sup>Sig.:\*\*\* (p<0,001); \*\* (p<0,01); \* (p<0,05); ns, no sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a p<0,05 test de Duncan.

MS: Materia Seca; MO: Materia Orgánica; PB: Proteína bruta; FND y FAD: Fibra neutro y ácido detergente, respectivamente; CSA: Carbohidratos solubles en agua; DMO *in vivo*: Digestibilidad de la MO *in vivo*.

Como era de esperar la aplicación de N con el purín favoreció la presencia de gramíneas respecto a leguminosas en la composición de la pradera. Claramente se observó que la mezcla de PV con CM favoreció la persistencia del trébol, aunque siempre con menor presencia que en el tratamiento control. En cuanto a los parámetros de calidad del forraje en los diferentes cortes no se observaron diferencias entre los tratamientos de PV aplicado sólo y con CM. Se observa un incremento notable en el contenido en nitrógeno y en fibras en el corte de otoño acorde con la variación estacional que experimenta la composición química del pasto observada en trabajos anteriores (Roca *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

En un suelo ácido, las parcelas tratadas con purín de vacuno mezclado con concha de mejillón pulverizada presentaron mejores parámetros de fertilidad que cuando el purín fue aplicado de forma independiente. Además, desde el punto de vista del cultivo, con la aplicación de la mezcla se mantuvieron las producciones y la calidad del forraje beneficiando la persistencia del trébol en la pradera. En consecuencia, parece recomendable la utilización de este producto en las explotaciones, hecho que permitiría reducir costes directos derivados de la utilización de otros productos en-calantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida por la Xunta de Galicia, “Acciones de Cooperación para el Desarrollo de Nuevos Productos, Procesos y Tecnologías en el Ámbito Agroalimentario, Agrícola y Forestal”: FEADER 2009/37. A M<sup>a</sup> José Casal Bouza por los análisis realizados y a J. M. García Pedreira por la ayuda prestada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÁEZ M.B., LOURO A., CASTRO J.F. Y GARCÍA M.I. (2011) Propiedades químicas y concentración de metales pesados en suelo y planta tras el aporte de purines en pradera. En: López-Carrasco C. *et al.* (Eds) *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*, pp 207-213. Toledo, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

CORRALES J., GARCÍA C., SANJUÁN M.L., DÍAZ A., MÉNDEZ A., YUS E. Y FERNÁNDES G. (2000) Estudio microbiológico de triturados de concha de mejillón en su uso como cama para el ganado vacuno lechero En: *Proc. VI Congreso Internacional de Medicina Bobina*, pp. 279-281. Santiago de Compostela, España: ANEMBE.

FERNÁNDEZ-SANJURJO M.J., ÁLVAREZ E. Y CORTI G. (2010) Effect of the addition of cattle slurry plus different types of livestock litter to an acid soil and on the production of grass and corn crops. *Waste Management and Research*, **29**(3), 268-276.

MEHLICH A. (1976) New buffer pH method for rapid estimation of exchangeable acidity and lime requirement of soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **7**, 637-652.



MOSQUERA A. Y MOMBIELA F. (1986) Comparison of three methods for the determination of soil Al in an unbuffered salt extract. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **17** (1), 97-113.

ROCA FERNÁNDEZ A.I., GONZÁLEZ RODRÍGUEZ A. (2009) Recuperemos la confianza en las praderas en pastoreo para la producción de leche. *Ganadería. Revista Técnica Ganadera*, **61**, 62-65.

TAKAHASHI T., IKEDA Y., FUJITA K. Y NANZYO M. (2006) Effect of liming on organically complexed aluminium of nonallophanic Andosols from northeastern Japan. *Geoderma*, **130**, 26-34.

WOLF B. (1982) An improved universal extracting solution and its use for diagnosing soil fertility. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **13**, 1005-1033.

# Influencia de los equipos de aplicación sobre el valor fertilizante de la fracción líquida del purín de vacuno de leche y la compactación de los suelos en cultivos forrajeros monófitos anuales en ambiente atlántico

Influence of application systems on fertilizing value of dairy slurry liquid fraction and soil compactation in monoculture forage crops in atlantic environments

J.M. MANGADO / G. JAUREGI / E. ZUDAIRE / E. IRUJO

ITG Ganadero. Avda. Serapio Huici, 22 Edif. Peritos. 31610 Villava (Navarra). [jmangado@intiasa.es](mailto:jmangado@intiasa.es)

**Resumen:** La utilización como fertilizante de los residuos orgánicos generados por la actividad ganadera constituye una oportunidad para el tránsito hacia la sostenibilidad ambiental y económica de las explotaciones. En esta comunicación se presentan los resultados obtenidos en la comparación de dos equipos de aplicación de la fracción líquida procedente de la separación de purines de vacuno de leche, en “abanico” y mediante “tubos colgantes”. Se mide la eficiencia fertilizante del nitrógeno total aportado por cada equipo y la compactación de los suelos producida por cada uno de ellos. Se concluye que el primero resulta más eficiente que el segundo si se mide la producción unitaria de biomasa y ocurre al contrario si se considera la extracción de nitrógeno unitaria cuando se acompaña de aportaciones de nitrógeno de origen mineral. La compactación del suelo producida por el equipo de tubos colgantes es inferior a la producida por el equipo de abanico tanto por la presión ejercida sobre las huellas de tránsito como por el porcentaje de superficie compactada.

**Palabras clave:** abanico, tubos colgantes, fertilización N, eficiencia, resistencia a la penetración.

**Abstract:** The use of livestock organic waste as fertiliser represents an opportunity towards the environmental and economic sustainability of dairy farms. In this paper are presented the results obtained in the comparison of two application system of dairy slurry liquid fraction: traditional (splash plate) and localised, by “hanging pipes”. It has been measured the efficiency of total fertilizer nitrogen provided and the compaction produced by each system. It is concluded that the first one is more efficient than the second when the unitary bio-mass production is measured, and the opposites happens when the unitary nitrogen extraction is measured in the cases of organic fertilization accompanied by nitrogen mineral inputes. The hanging pipes equipment caused less soil compaction than the splash plate system both considering the pressure on transit tracks and the percentage of compacted surface.

**Key words:** splash plate, hanging pipes, fertilization, efficiency, resistance to penetration.

## INTRODUCCIÓN

El uso de los restos orgánicos generados en las explotaciones ganaderas como fertilizante agrícola constituye un notable ejemplo de sostenibilidad tanto económica (menor dependencia de fertilizantes externos) como ambiental (mejora de la salud y las características de los suelos, reciclaje). Mangado *et al.* (2009) encontraron que la eficiencia fertilizante del nitrógeno total contenido en el purín de vacuno de leche aportado sobre prados en ambiente atlántico es mayor en aportaciones hechas a finales de invierno que en fechas posteriores. Además Mangado *et al.* (2010) encontraron diferencias en la eficiencia fertilizante del nitrógeno contenido en el purín de vacuno